

Elektrohydraulisches Bremssystem für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft ein elektrohydraulisches Bremssystem für Kraftfahrzeuge, mit einem mittels eines Bremspedals betätigbaren Bremsdruckgeber, mit einem Druckmittelvorratsbehälter, mit mindestens einer elektrohydraulischen Druckquelle, mit deren Druck Radbremsen des Kraftfahrzeuges beaufschlagbar sind, die über mindestens eine mittels eines Trennventils absperrbare hydraulische Verbindung andererseits mit dem Bremsdruckgeber verbindbar sind, mit einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches, mit den Radbremsen vorgeschalteten Einlassventilen und den Radbremsen nachgeschalteten Auslassventilen, mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit, die nach Maßgabe von Signalen, die von der Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches erzeugt werden, die Druckquelle, das mindestens eine Trennventil sowie die Ein- und die Auslassventile ansteuert, sowie mit einem Ventilblock, der das mindestens eine Trennventil sowie die Ein- und die Auslassventile aufnimmt, wobei die Druckquelle, die Radbremsen sowie der Bremsdruckgeber mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbindbar sind.

Bei bekannten Bremssystemen dieser Art ist der Bremsdruckgeber an der Fahrzeugkarosserie bzw. der sog. Spritzwand des Fahrzeuges befestigt, während der sämtliche

- 2 -

hydraulischen Ventile aufnehmende Ventilblock an einem geeigneten Platz im Motorraum angeordnet ist, so dass zur Verbindung dieser beiden Komponenten hydraulische Leitungen notwendig sind, die beschädigt oder undicht werden können, so dass sie eine potentielle Störungsquelle darstellen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein elektrohydraulische Bremssystem der eingangs genannten Gattung vorzuschlagen, bei dem durch mindestens teilweises Entfallen der hydraulischen Leitungen eine Erhöhung der Betriebs-sicherheit erreicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Bremsdruckgeber derart im Ventilblock integriert ist, dass sämtliche hydraulischen Verbindungen zwischen dem Bremsdruckgeber und dem mindestens einem Trennventil sowie den Einlassventilen durch Bohrungen im Ventilblock gebildet werden. Durch diese Maßnahmen wird eine kompakt bauende, eigenständig handhabbare Baugruppe zur Verfügung gestellt.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes wird die elektrohydraulische Druckquelle durch eine mittels eines Elektromotors angetriebene Pumpe gebildet, die ebenfalls im Ventilblock derart integriert ist, dass die Verbindungen zwischen der Pumpe und den Einlassventilen durch Bohrungen im Ventilblock gebildet werden. Alternativ kann die elektrohydraulische Druckquelle durch einen Hochdruckspeicher gebildet werden, der am Ventilblock angeordnet ist und mittels eines Motor-Pumpen-Aggregats geladen wird.

- 3 -

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Druckmittelvorratsbehälter am Ventilblock angeordnet ist oder ganz oder teilweise durch den Ventilblock gebildet wird und dass die hydraulischen Verbindungen zwischen der Druckquelle und dem Druckmittelvorratsbehälter sowie die hydraulischen Verbindungen zwischen dem Bremsdruckgeber und dem Druckmittelvorratsbehälter durch Bohrungen im Ventilblock gebildet werden.

Eine andere vorteilhafte Ausführung des Erfindungsgegenstandes besteht darin, dass die elektronische Steuer- und Regeleinheit direkt am Ventilblock derart befestigt ist, dass elektrische, magnetische und thermische Signal- und Leistungsübertragungen ohne Verwendung von Leitungen erfolgen.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die hydraulische Verbindung zwischen der Druckquelle und dem Druckmittelvorratsbehälter, und ggf. Teile des Druckmittelvorratsbehälters beheizbar sind.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes sind der Ventilblock sowie eine der Betätigung des Bremsdruckgebers dienende Kolbenstange schwingungselastisch mit der Karosserie bzw. einer Spritzwand des Kraftfahrzeugs bzw. einem Pedalwerk verbunden.

Ein anderes Merkmal der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass der Druckmittelvorratsbehälter eine erste

- 4 -

Kammer sowie eine zweite Kammer aufweist, wobei an die erste Kammer die Saugseite der Pumpe und, über die Auslassventile, die Radbremsen angeschlossen sind, während an die zweite Kammer der Bremsdruckgeber über ein erstes, stromlos geschlossenes (SG-), analog regelbares Ventil angeschlossen ist. Durch diese Maßnahme wird dem Fahrer in der Betriebsart „Brake-by-wire“, insbesondere in der Druckaufbauphase, ein komfortables Pedalgefühl vermittelt. Dabei ist es besonders sinnvoll, wenn Mittel zur Ermittlung des Druckmittelniveaus in der ersten und der zweiten Kammer vorgesehen sind.

Um dem Fahrer in der Betriebsart „Brake-by-wire“ ein komfortables Pedalgefühl in der Druckabbauphase zu vermitteln sieht die Erfindung vor, dass der Bremsdruckgeber über ein zweites, stromlos geschlossenes (SG-), analog regelbares Ventil mit dem Eingangsanschluss der Einlassventile verbunden ist.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes sind die Einlass- und Auslassventile als elektromagnetisch betätigbare, stromlos geschlossene (SG-) 2/2-Wege-Schaltventile ausgebildet.

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass jeder Radbremse ein Trennventil zugeordnet ist und dass die Trennventile als elektromagnetisch betätigbare, stromlos offene (SO-), analog regelbare Ventile ausgebildet sind.

Der Bremsdruckgeber kann als ein einkreisiger Hauptbremszylinder ausgebildet sein.

- 5 -

Bei einer anderen Ausführung der Erfindung ist der Bremsdruckgeber als ein zweikreisiger Hauptbremszylinder ausgebildet, dessen Sekundärdruckraum über das erste, stromlos geschlossene (SG-), analog regelbare Ventil an die zweite Kammer des Druckmittelvorratsbehälters angeschlossen ist, während dessen Primärdruckraum über ein elektromagnetisch betätigbares 2/2-Wege-Schaltventil mit dem Sekundärdruckraum verbunden ist.

Bei einer weiteren vorteilhaften Variante des Erfindungsgegenstandes ist dem Kolben des Hauptbremszylinders ein hydraulischer Druckraum vorgeschaltet, der mit dem von der Pumpe erzeugten Druck beaufschlagbar ist. Durch diese Maßnahme wird ein einfacher hydraulischer Bremskraftverstärker realisiert.

Dabei ist es sinnvoll, wenn in der Leitung, die die Druckseite der Pumpe mit dem Druckraum verbindet, ein elektromagnetisch betätigbares, stromlos offenes (SO-) 2/2-Wege- bzw. Schaltventil eingefügt ist, das ein Absperren der Leitung ermöglicht. Der hydraulische Druckraum ist vorzugsweise unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbunden.

Außerdem begrenzt der Kolben einen mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbundenen Nachlaufraum, der andererseits über das Rückschlagventil mit dem Druckraum in Verbindung steht.

- 6 -

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes sieht vor, dass zwischen dem Rückschlagventil und dem Druckmittelvorratsbehälter eine Drosselstelle vorgesehen ist und dass der durch das Rückschlagventil und die Drosselstelle gebildeten hydraulischen Reihenschaltung ein elektromagnetische betätigbares, stromlos offenes (SO-) Schaltventil parallel geschaltet ist.

Eine Erhöhung der Druckaufbaudynamik, insbesondere in der Betriebsart „Brake-by-wire“, wird dadurch erreicht, dass der Druckgeber an die Saugseite der Pumpe angeschlossen ist und dass zwischen dem Anschluss des Druckgebers und dem Druckmittelvorratsbehälter ein zur Pumpe hin öffnendes Rückschlagventil angeordnet ist.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird auch ein Verfahren zum Betrieben eines elektrohydraulischen Bremssystems für Kraftfahrzeuge vorgeschlagen, das mit einem mittels eines Bremspedals betätigbaren Bremsdruckgeber (Hauptbremszylinder), mit einem Druckmittelvorratsbehälter, mit mindestens einer elektrohydraulischen Druckquelle, mit deren Druck Radbremsen des Kraftfahrzeuges beaufschlagbar sind, die über mindestens eine mittels eines Trennventils absperrbare hydraulische Verbindung andererseits mit dem Bremsdruckgeber (Hauptbremszylinder) verbindbar sind, mit einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches, mit den Radbremsen vorgeschalteten Einlassventilen und den Radbremsen nachgeschalteten Auslassventilen, mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit, die nach Maßgabe von Signalen, die von der Einrichtung zur Erkennung des

- 7 -

Fahrerverzögerungswunsches erzeugt werden, die Druckquelle, das mindestens eine Trennventil sowie die Ein- und die Auslassventile ansteuert, sowie mit einem Ventilblock versehen ist, der das mindestens eine Trennventil sowie die Ein- und die Auslassventile aufnimmt, wobei die Druckquelle, die Radbremsen sowie der Bremsdruckgeber mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbindbar sind. Diese Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass im Normalbremsmodus ein kontinuierlicher Aufbau des hydraulischen Drucks in den Radbremsen mittels der elektrohydraulischen Druckquelle und ein kontinuierlicher Abbau des hydraulischen Drucks in den Radbremsen mit mindestens einem Trennventil erfolgt.

Das bei der Betätigung des Bremsdruckgebers verdrängte Druckmittelvolumen wird in einer ersten Phase über die Trennventile den Radbremsen und in einer zweiten Phase über mindestens ein elektrisch betätigbares, analog ansteuerbares Ventil dem Druckmittelvorratsbehälter zugeführt.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung anhand von fünf Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 a, b eine dreidimensionale Darstellung des in Fig. 1 gezeigten hydraulischen Aggregats bzw. seine Befestigung in einem Kraftfahrzeug,

- 8 -

Fig. 3 eine zweite Ausführung der vorliegenden Erfindung in einer der Fig. 1 entsprechenden schematischen Darstellung, und

Fig. 4, 5 und 6 eine dritte, eine vierte und eine fünfte Ausführung der vorliegenden Erfindung in einer der Fig. 1 entsprechenden schematischen Darstellung.

Die in Fig. 1 der Zeichnung lediglich schematisch dargestellte Bremsanlage vom Typ „Brake-by-wire“, weist einen mittels eines mit dem Bezugszeichen 1 versehenen Betätigungspedals betätigbaren Druckgeber bzw. Hauptbremszylinder 2 auf, der im gezeigten Beispiel einkreisig ausgeführt ist. An den einzigen Druckraum 3 des Hauptbremszylinders 2 sind über hydraulische Leitungen Radbremsen 17, 18, 19, 20 eines Kraftfahrzeuges angeschlossen, denen Trennventile 27, 28, 29, 30 vorgeschaltet sind, die ein Absperren der hydraulischen Leitungen ermöglichen. Die Trennventile 27 - 30 sind als elektromagnetisch ansteuerbare, analog regelbare, stromlos geschlossene (SG-) 2/2-Wegeventile ausgeführt. Ein Drucksensor 8 ermöglicht die Erfassung des im Druckraum 3 eingesteuerten hydraulischen Druckes. Außerdem steht der Druckraum 3 mit einem drucklosen Druckmittelvorratsbehälter 6 mittels einer weiteren hydraulischen Leitung 4 in Verbindung, in der ein weiteres, elektromagnetisch ansteuerbares, analog regelbares, stromlos geschlossenes (SG-) 2/2-Wegeventil 5 eingefügt ist. Der Druckmittelvorratsbehälter 6 weist zwei Kammern 61, 62 auf, wobei der Druckraum 3 an die erste Kammer 61 angeschlossen ist, während an die zweite Kammer 62 die Saugseite einer

- 9 -

hydraulischen Pumpe 26 angeschlossen ist, die von einem Elektromotor 21 angetrieben wird und die eine elektrohydraulische Druckquelle bildet. Zur Ermittlung des Druckmittelniveaus in den Kammern 61, 62 sind Messmittel 11, 12 vorgesehen. An die Druckseite der Pumpe 26 sind weitere, den Radbremsen 17 - 20 zugeordnete hydraulische Leitungen 37, 38, 39, 40 angeordnet, in denen den Radbremsen 17 - 20 vorgeschaltete Einlassventile 47, 48, 49, 50 eingefügt sind, so dass ein Druckaufbau in den Radbremsen 17, 18, 19, 20 mittels der hydraulischen Pumpe 26 möglich ist. Außerdem ist die Druckseite der Pumpe 26 über ein zweites elektromagnetisch ansteuerbares, analog regelbares, stromlos geschlossenes (SG-) 2/2-Wegeventil 13 mit dem vorhin erwähnten Druckraum 3 des Hauptbremszylinders 2 verbunden. Dem Abbau des in den Radbremsen 17 - 20 während des Betriebs eingesteuerten hydraulischen Druckes dienen Auslassventile 57, 58, 59, 60, deren Ausgangsanschlüsse mit einer an die zweite Kammer 62 des Druckmittelvorratsbehälters 6 angeschlossenen Leitung 7 verbunden sind. Alle Ein- (47 - 50) und Auslassventile 57 - 60 sind als elektromagnetisch betätigbare, vorzugsweise stromlos geschlossene (SG-) 2/2-Wege-Schaltventile ausgeführt. Zur Ermittlung des in den Radbremsen 19, 20 eingesteuerten hydraulischen Druckes dienen Drucksensoren 9, 10.

Der Ansteuerung des Elektromotors 21 sowie der vorhin erwähnten Ventile 5, 13, 27 - 30, 47 - 50, und 57 - 60 dient eine lediglich schematisch angedeutete elektronische Steuer- und Regeleinheit 14, der insbesondere die Ausgangssignale der Drucksensoren 8, 9 und 10, der Messmittel 11 und 12, und einer vorzugsweise

- 10 -

redundant ausgeführten Bremswunscherfassungseinrichtung 15 zugeführt werden, die dem Hauptbremszylinder 2 zugeordnet ist.

Wie in Fig. 1 angedeutet ist, sind alle o. g. Ventile 5, 13, 27 - 30, 47 - 50, und 57 - 60, die Pumpe 26, sowie alle Drucksensoren 8, 9, 10 in einem metallischen Ventilblock angeordnet, der mit dem Bezugszeichen 16 versehen und in Fig. 2 dargestellt ist. Darüber hinaus nimmt der Ventilblock 16 den Bremsdruckgeber bzw. Hauptbremszylinder 2 auf, wobei alle hydraulischen Verbindungen 117 - 120 zwischen dem Hauptbremszylinder 2 und den Trennventilen 27 - 30, sowie alle hydraulischen Verbindungen 37 - 40 zwischen dem Hauptbremszylinder 2 bzw. der Pumpe 26 und den Einlassventilen 47 - 50, durch Bohrungen im Ventilblock 16 gebildet werden. Durch weitere Bohrungen im Ventilblock 16 werden außerdem, mindestens teilweise, die die Auslassventile 57 - 60 enthaltenden Abschnitte der Verbindung 7 zwischen den Radbremsen 17 - 20 und dem Druckmittelvorratsbehälter 6 bzw. 62, eine die Saugseite der Pumpe 26 an den Druckmittelvorratsbehälter 6 anschließende Verbindung 22, die vom Hauptbremszylinder 2 bzw. dessen Druckraum 3 zum Druckmittelvorratsbehälter 6 führende hydraulische Verbindung 4 sowie die hydraulische Verbindung 23 zwischen dem Hauptbremszylinder 2 und der Druckseite der Pumpe 26 gebildet. Der vorhin erwähnte Druckmittelvorratsbehälter 6 ist dabei vorzugsweise am Ventilblock 16 angeordnet, oder wird ganz oder teilweise durch den Ventilblock gebildet. Der Elektromotor 21 sowie die elektronische Steuer- und Regeleinheit 14 sind gegenüberliegend seitlich am Ventilblock 16 angebracht.

- 11 -

Die durch den Ventilblock 16, den Druckmittelvorratsbehälter 6, den Elektromotor 21 und die elektronische Steuer- und Regeleinheit 14 gebildete kompakte Baueinheit sowie eine der Betätigung des Bremsdruckgebers 2 dienende Kolbenstange 24 sind schwingungselastisch, beispielsweise mittels eines Gummiblocks 65, mit der Karosserie bzw. einer Spritzwand 66 des Kraftfahrzeugs bzw. einem Pedalwerk verbunden (s. Fig. 2b).

Bei der in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführung des Erfindungsgegenstandes ist der Bremsdruckgeber 2 als ein zweikreisiger Hauptbremszylinder 31 ausgebildet, an dessen ersten Druckraum (Primärdruckraum) 25 die vorhin erwähnte, beispielsweise dem rechten Vorderrad des Kraftfahrzeugs zugeordnete Radbremse 20 sowie die vorhin erwähnte, beispielsweise dem linken Hinterrad des Kraftfahrzeugs zugeordnete Radbremse 18 angeschlossen sind, während mit dem Sekundärdruckraum 45 die vorhin erwähnte, beispielsweise dem linken Vorderrad des Kraftfahrzeugs zugeordnete Radbremse 19 sowie die vorhin erwähnte, beispielsweise dem rechten Hinterrad des Kraftfahrzeugs zugeordnete Radbremse 17 verbunden sind. Ein weiterer Unterschied gegenüber der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführung besteht darin, dass der Primärdruckraum 25 über ein elektromagnetisch betätigbares 2/2-Wege-Schaltventil 32 mit dem Sekundärdruckraum 45 verbunden ist. Ansonsten entspricht der Aufbau des in Fig. 3 dargestellten Bremssystems dem Aufbau der Ausführung gemäß Fig. 1.

- 12 -

Bei der in Fig. 4 dargestellten dritten Ausführung des Erfindungsgegenstandes, deren Aufbau dem Aufbau der zweiten Ausführung gemäß Fig. 3 sehr ähnlich ist, ist dem ersten Kolben 42 des Hauptbremszylinders 2 wirkungsmäßig ein hydraulischer Druckraum 33 vorgeschaltet, der mit dem von der Pumpe 26 erzeugten Druck beaufschlagbar ist. Dabei ist in der Leitung 34, die die Druckseite der Pumpe 26 mit dem Druckraum 33 verbindet, ein elektromagnetisch betätigbares, stromlos offenes (SO-) 2/2-Wege- bzw. Schaltventil 35 eingefügt, das ein Absperren der Leitung 34 ermöglicht. Eine andere Leitung 36 verbindet unter Zwischenschaltung eines zum hydraulischen Druckraum 33 hin öffnenden Rückschlagventils 41 den Druckraum 41 mit dem vorhin erwähnten Druckmittelvorratsbehälter 6, der im gezeigten Beispiel lediglich eine einzige Kammer 63 aufweist. An die Leitung 36 ist auch ein vom Kolben 42 im Hauptbremszylinder begrenzter Nachlaufraum 44 angeschlossen. Der Fahrerwunscherkennung dient ein lediglich schematisch angedeuteter Bremslichtschalter 46. Durch die beschriebene Anordnung wird ein einfacher hydraulischer Bremskraftverstärker realisiert.

Bei der in Fig. 5 dargestellten vierten Ausführung des Erfindungsgegenstandes, deren Aufbau dem Aufbau der dritten Ausführung gemäß Fig. 4 entspricht, handelt es sich ebenfalls um einen hydraulischen Bremskraftverstärker. Bei der gezeigten Anordnung ist an den hydraulischen Druckraum 33 ein Drucksensor 51 angeschlossen, wobei dem Rückschlagventil 41 eine Drosselstelle 53 nachgeschaltet ist. Der Reihenschaltung Rückschlagventil 41 - Drosselstelle 53 ist ein elektromagnetisch betätigbares, stromlos offenes (SO-)

- 13 -

2/2-Wege- bzw. Schaltventil 52 parallel geschaltet. Die beschriebene Anordnung ermöglicht ein schnelles Füllen des Druckraums 33 durch den Fahrzeugführer. Der vorhin erwähnte Drucksensor 51 dient der Einstellung der gewünschten Verstärkung.

Die in Fig. 6 gezeigte fünfte Ausführung der Erfindung entspricht in ihrem Aufbau der zweiten Ausführung gemäß Fig. 3. Abweichend von der zweiten Ausführung ist jedoch zwischen dem im Zusammenhang mit Fig. 3 erwähnten, elektromagnetisch betätigbaren, analog regelbaren Ventil 5 und dem Druckmittelvorratsbehälter 6 eine Drosselstelle 55 dazwischen geschaltet, wobei die das Ventil 5 enthaltende Leitung 4 mit der Saugseite der Pumpe 26 verbunden ist. In dem Leitungsabschnitt zwischen dem Anschluss der Leitung 4 und dem Druckmittelvorratsbehälter 6 ist ein zur Pumpe 26 hin öffnendes Rückschlagventil 56 geschaltet. Zur Sensierung des von der Pumpe 26 erzeugten Drucks ist ein Drucksensor 67 vorgesehen.

In der nachfolgenden Beschreibung wird die Funktionsweise des erfindungsgemäßen elektrohydraulischen Bremssystems erläutert. Bei der Betätigung des Bremsdruckgebers 2 durch den Fahrzeugführer wird ein Druckmittelvolumen über die offenen Trennventile 27 - 30 in die vier Radbremsen 17 - 19 (wahlweise zur Erzeugung einer schnellen Fahrzeugreaktion ggf. nur in die Vorderradbremse) verdrängt, so dass ein Anlegen der Bremsbeläge sowie ein erster Druckaufbau statt finden.

- 14 -

Durch die Feststellung der Betätigung mittels der Bremswunscherkennungseinrichtung 15, die ein entsprechendes Signal für die elektronische Steuer- und Regeleinheit 14 erzeugt, wird die Pumpe 26 bzw. ihr Elektromotor 21 angesteuert. Die Intensität der Ansteuerung wird durch die Betätigungsgeschwindigkeit mit beeinflusst. Die Pumpe 26 fördert über die in die offene Schaltstellung umgeschalteten Einlassventile 47 - 50 Druckmittel in die Radbremsen 17 - 20. So lange der vom Drucksensor 8 ermittelte Druck größer ist als der an den Radbremsen 19, 20 von den Drucksensoren 9, 10 gemessene Druck, fließt ein Volumenstrom über die offenen Trennventile in die Radbremsen. Erreicht der von der Pumpe 26 aufgebraachte Druck den vom Drucksensor 8 ermittelten Wert, so werden die Trennventile geschlossen und der weitere Druckaufbau erfolgt ausschließlich mittels der Pumpe 26. Die Pulsationswirkung der Pumpe 26 auf den Druck im Hauptbremszylinder 2 ist sehr gering und im Augenblick des Schließens der Trennventile 27 - 30 ausgeschlossen.

Entsprechend der Position des Hauptzylinderkolbens, seiner Positionsänderungsgeschwindigkeit und ggf. anderen Größen wird in der elektronischen Steuer- und Regeleinheit 14 ein Radbremsendruck Sollwert sowie ein Hauptzylinderdruck Sollwert berechnet und mittels der Ansteuerung der Einlassventile 47 - 50 bzw. der Pumpe 26 eingeregelt. Der Druckabbau erfolgt dabei durch Öffnen der Trennventile 27 - 30 in Verbindung mit der Ansteuerung des analog regelbaren Ventils 5. Bei einem Defekt des Hauptbremszylinders 2 erfolgt der Druckabbau über die Auslassventile 57 - 60.

- 15 -

Bei einem Stromausfall erfolgt ein unverstärkter Druckaufbau in allen vier Radbremsen 17 - 20 ohne Wegverlust.

Mit dem erfindungsgemäßen Bremssystem sind alle Betriebsfunktionen moderner Bremsanlage wie ABS, ESP, ASR, Bremsassistent, Springerfunktion, sowie erforderliche Diagnosefunktionen, wie beispielsweise die Ermittlung der richtigen Funktion der Drucksensoren sowie die Ermittlung von Leckagen und Luft im System, realisierbar. Selbstverständlich sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung Modifikationen, wie z. B. der Einsatz eines Hochdruckspeichers anstelle der Pumpe, denkbar.

Patentansprüche

1. Elektrohydraulisches Bremssystem für Kraftfahrzeuge, mit einem mittels eines Bremspedals betätigbaren Bremsdruckgeber, mit einem Druckmittelvorratsbehälter, mit mindestens einer elektrohydraulischen Druckquelle, mit deren Druck Radbremsen des Kraftfahrzeuges beaufschlagbar sind, die über mindestens eine mittels eines Trennventils absperrbare hydraulische Verbindung andererseits mit dem Bremsdruckgeber verbindbar sind, mit einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches, mit den Radbremsen vorgeschalteten Einlassventilen und den Radbremsen nachgeschalteten Auslassventilen, mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit, die nach Maßgabe von Signalen, die von der Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches erzeugt werden, die Druckquelle, das mindestens eine Trennventil sowie die Ein- und die Auslassventile ansteuert, sowie mit einem Ventilblock, der das mindestens eine Trennventil sowie die Ein- und die Auslassventile aufnimmt, wobei die Druckquelle, die Radbremsen sowie der Bremsdruckgeber mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbindbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bremsdruckgeber (2) derart im Ventilblock (16) integriert ist, dass sämtliche hydraulischen Verbindungen zwischen dem Bremsdruckgeber (2) und dem mindestens einem Trennventil (27 - 30) sowie den Einlassventilen (47 - 50) durch Bohrungen im Ventilblock (16) gebildet werden.

- 17 -

2. Elektrohydraulisches Bremssystem nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrohydraulische Druckquelle durch eine mittels eines Elektromotors (21) angetriebene Pumpe (26) gebildet wird, die ebenfalls im Ventilblock (16) derart integriert ist, dass die Verbindungen zwischen der Pumpe (26) und den Einlassventilen (47 - 50) durch Bohrungen im Ventilblock (16) gebildet werden.
3. Elektrohydraulisches Bremssystem nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrohydraulische Druckquelle durch einen Hochdruckspeicher gebildet wird, der mittels eines Motor-Pumpen-Aggregats geladen wird.
4. Elektrohydraulisches Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckmittelvorratsbehälter (6) am Ventilblock (16) angeordnet ist oder ganz oder teilweise durch den Ventilblock (16) gebildet wird und dass die hydraulischen Verbindungen zwischen der Druckquelle (26) und dem Druckmittelvorratsbehälter (6) sowie die hydraulischen Verbindungen zwischen dem Bremsdruckgeber (2) und dem Druckmittelvorratsbehälter (6) durch Bohrungen im Ventilblock (16) gebildet werden.
5. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Steuer- und Regeleinheit (14) direkt am Ventilblock (16) derart befestigt ist, dass elektrische, magnetische und thermische Signal- und Leistungsübertragungen ohne Verwendung von Leitungen

- 18 -

erfolgen.

6. Elektrohydraulisches Bremssystem nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Verbindung (22) zwischen der Druckquelle (26) und dem Druckmittelvorratsbehälter (6), und ggf. Teile des Druckmittelvorratsbehälters (6) beheizbar sind.
7. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilblock (16) sowie eine der Betätigung des Bremsdruckgebers (2) dienende Kolbenstange (24) schwingungselastisch mit der Karosserie bzw. einer Spritzwand (66) des Kraftfahrzeugs bzw. einem Pedalwerk verbunden sind.
8. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckmittelvorratsbehälter (6) eine erste Kammer (61) sowie eine zweite Kammer (62) aufweist, wobei an die erste Kammer (61) die Saugseite der Pumpe (26) und, über die Auslassventile (57 - 60), die Radbremsen (17 - 20) angeschlossen sind, während an die zweite Kammer (62) der Bremsdruckgeber (2) über ein erstes, stromlos geschlossenes (SG-), analog regelbares Ventil (5) angeschlossen ist.
9. Elektrohydraulisches Bremssystem nach Anspruch 8 **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel (11, 12) zur Ermittlung des Druckmittelniveaus in der ersten und der zweiten Kammer (61, 62) vorgesehen sind.

- 19 -

10. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bremsdruckgeber (2) über ein zweites, stromlos geschlossenes (SG-), analog regelbares Ventil (13) mit dem Eingangsanschluss der Einlassventile (47 - 50) verbunden ist.
11. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlass- und Auslassventile (47 - 50, 57 - 60) als elektromagnetisch betätigbare, stromlos geschlossene (SG-) 2/2-Wege-Schaltventile ausgebildet sind.
12. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11 **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Radbremse (17, 18, 19, 20) ein Trennventil (27, 28, 29, 30) zugeordnet ist und dass die Trennventile (27 - 30) als elektromagnetisch betätigbare, stromlos offene (SO-), analog regelbare Ventile ausgebildet sind.
13. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bremsdruckgeber (2) als ein einkreisiger Hauptbremszylinder ausgebildet ist.
14. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 12 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bremsdruckgeber (2) als ein zweikreisiger Hauptbremszylinder ausgebildet ist, dessen Sekundärdruckraum (45) über das erste, stromlos geschlossene (SG-), analog regelbare Ventil (5) an die zweite Kammer (62) angeschlossen ist, während dessen

- 20 -

Primärdruckraum (25) über ein elektromagnetisch betätigbares 2/2-Wege-Schaltventil (32) mit dem Sekundärdruckraum (45) verbunden ist.

15. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Kolben (42) des Hauptbremszylinders (2) ein hydraulischer Druckraum (33) vorgeschaltet ist, der mit dem von der Pumpe (26) erzeugten Druck beaufschlagbar ist.
16. Elektrohydraulisches Bremssystem nach Anspruch 15 **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Leitung (34), die die Druckseite der Pumpe (26) mit dem Druckraum (33) verbindet, ein elektromagnetisch betätigbares, stromlos offenes (SO-) 2/2-Wege- bzw. Schaltventil (35) eingefügt ist, das ein Absperren der Leitung (34) ermöglicht.
17. Elektrohydraulisches Bremssystem nach Anspruch 15 oder 16 **dadurch gekennzeichnet, dass** der hydraulische Druckraum (33) unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils (41) mit dem Druckmittelvorratsbehälter (6) verbunden ist.
18. Elektrohydraulisches Bremssystem nach Anspruch 15, 16 oder 17 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (42) einen mit dem Druckmittelvorratsbehälter (6) verbundenen Nachlaufraum (44) begrenzt, der andererseits über das Rückschlagventil (41) mit dem Druckraum (33) in Verbindung steht.

- 21 -

19. Elektrohydraulisches Bremssystem nach Anspruch 15 **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Rückschlagventil (41) und dem Druckmittelvorratsbehälter (6) eine Drosselstelle (53) vorgesehen ist und dass der durch das Rückschlagventil (41) und die Drosselstelle (53) gebildeten hydraulischen Reihenschaltung ein elektromagnetisch betätigbares, stromlos offenes (SO-) Schaltventil (52) parallel geschaltet ist.
20. Elektrohydraulisches Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckgeber (2) an die Saugseite der Pumpe (26) angeschlossen ist und dass zwischen dem Anschluss des Druckgebers (2) und dem Druckmittelvorratsbehälter (6) ein zur Pumpe (26) hin öffnendes Rückschlagventil (56) angeordnet ist.
21. Verfahren zum Betrieben eines elektrohydraulischen Bremssystems für Kraftfahrzeuge, mit einem mittels eines Bremspedals betätigbaren Bremsdruckgeber, mit einem Druckmittelvorratsbehälter, mit mindestens einer elektrohydraulischen Druckquelle, mit deren Druck Radbremsen des Kraftfahrzeuges beaufschlagbar sind, die über mindestens eine mittels eines Trennventils absperrbare hydraulische Verbindung andererseits mit dem Bremsdruckgeber verbindbar sind, mit einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches, mit den Radbremsen vorgeschalteten Einlassventilen und den Radbremsen nachgeschalteten Auslassventilen, mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit, die nach Maßgabe von Signalen, die von

- 22 -

der Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches erzeugt werden, die Druckquelle, das mindestens eine Trennventil sowie die Ein- und die Auslassventile ansteuert, sowie mit einem Ventilblock, der das mindestens eine Trennventil sowie die Ein- und die Auslassventile aufnimmt, wobei die Druckquelle, die Radbremsen sowie der Bremsdruckgeber mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbindbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Normalbremsmodus ein kontinuierlicher Aufbau des hydraulischen Drucks in den Radbremsen (17 - 20) mittels der elektrohydraulischen Druckquelle (26) und ein kontinuierlicher Abbau des hydraulischen Drucks in den Radbremsen (17 - 20) mit mindestens einem Trennventil (27 - 30) erfolgt.

- 23 -

22. Verfahren nach Anspruch 21 **dadurch gekennzeichnet, dass** das bei der Betätigung des Bremsdruckgebers (2) verdrängte Druckmittelvolumen in einer ersten Phase über die Trennventile (27 - 30) den Radbremsen (17 - 20) und in einer zweiten Phase über mindestens ein elektrisch betätigbares, analog ansteuerbares Ventil (5) dem Druckmittelvorratsbehälter (6) zugeführt wird.

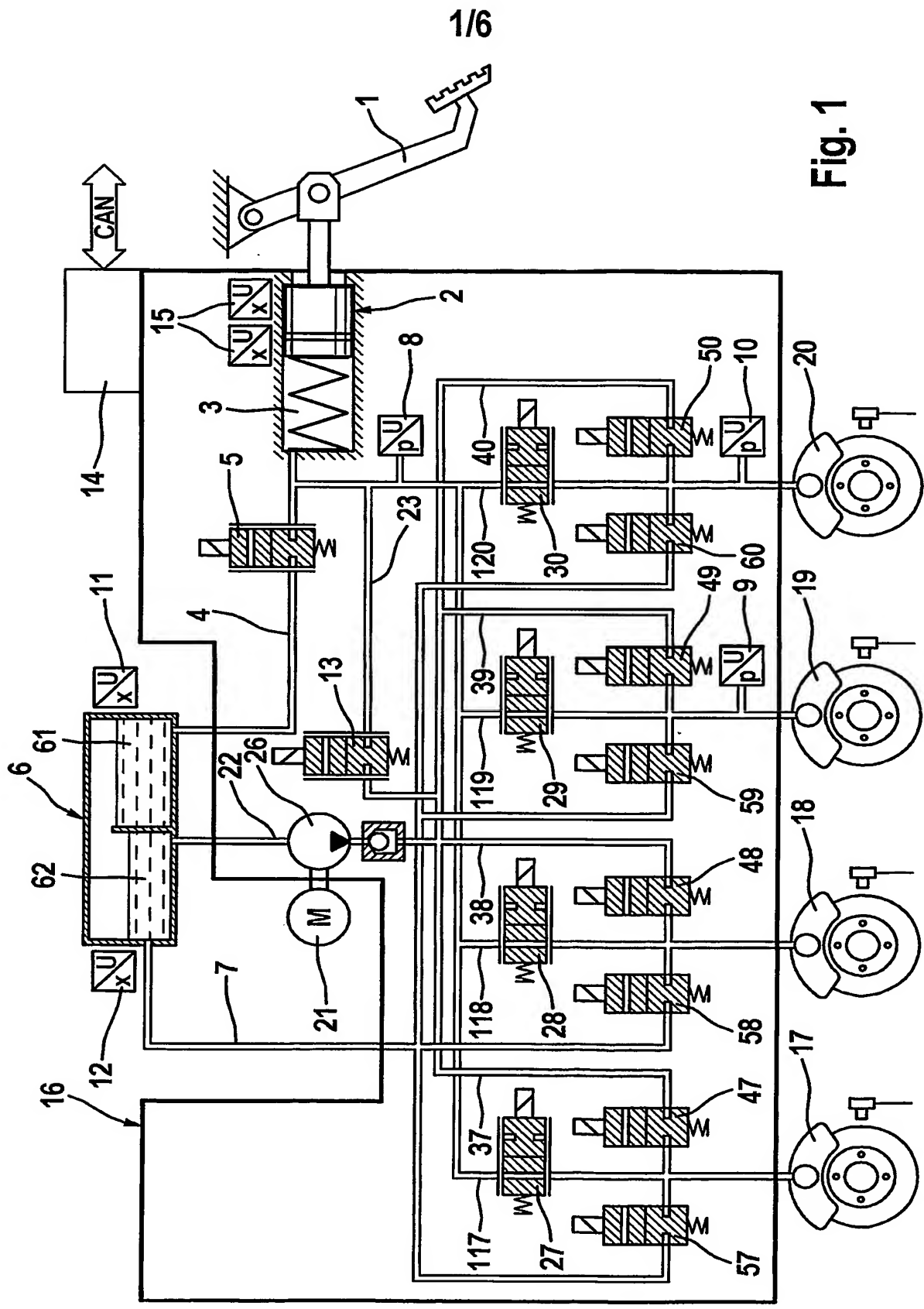
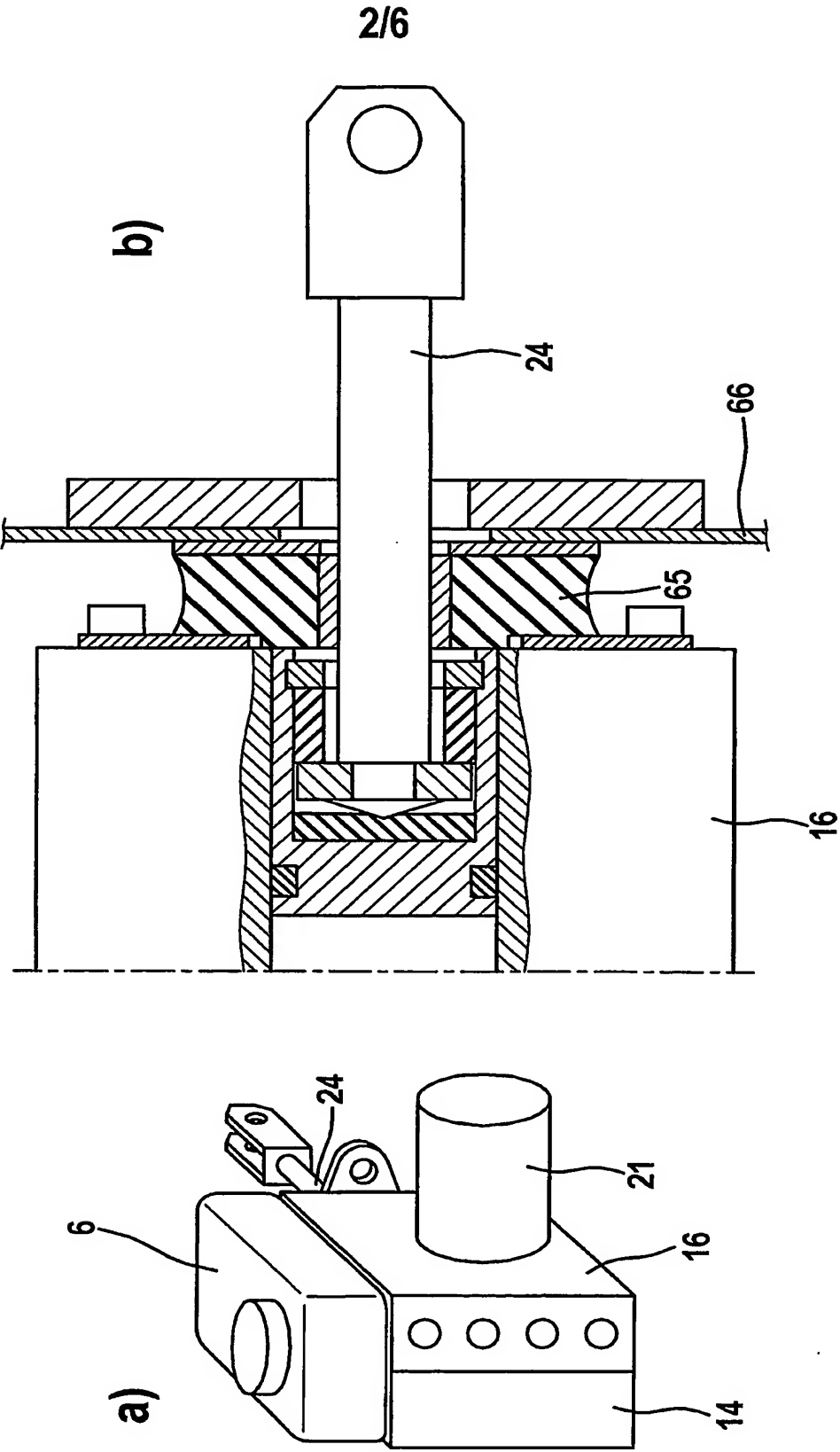


Fig. 1

Fig. 2



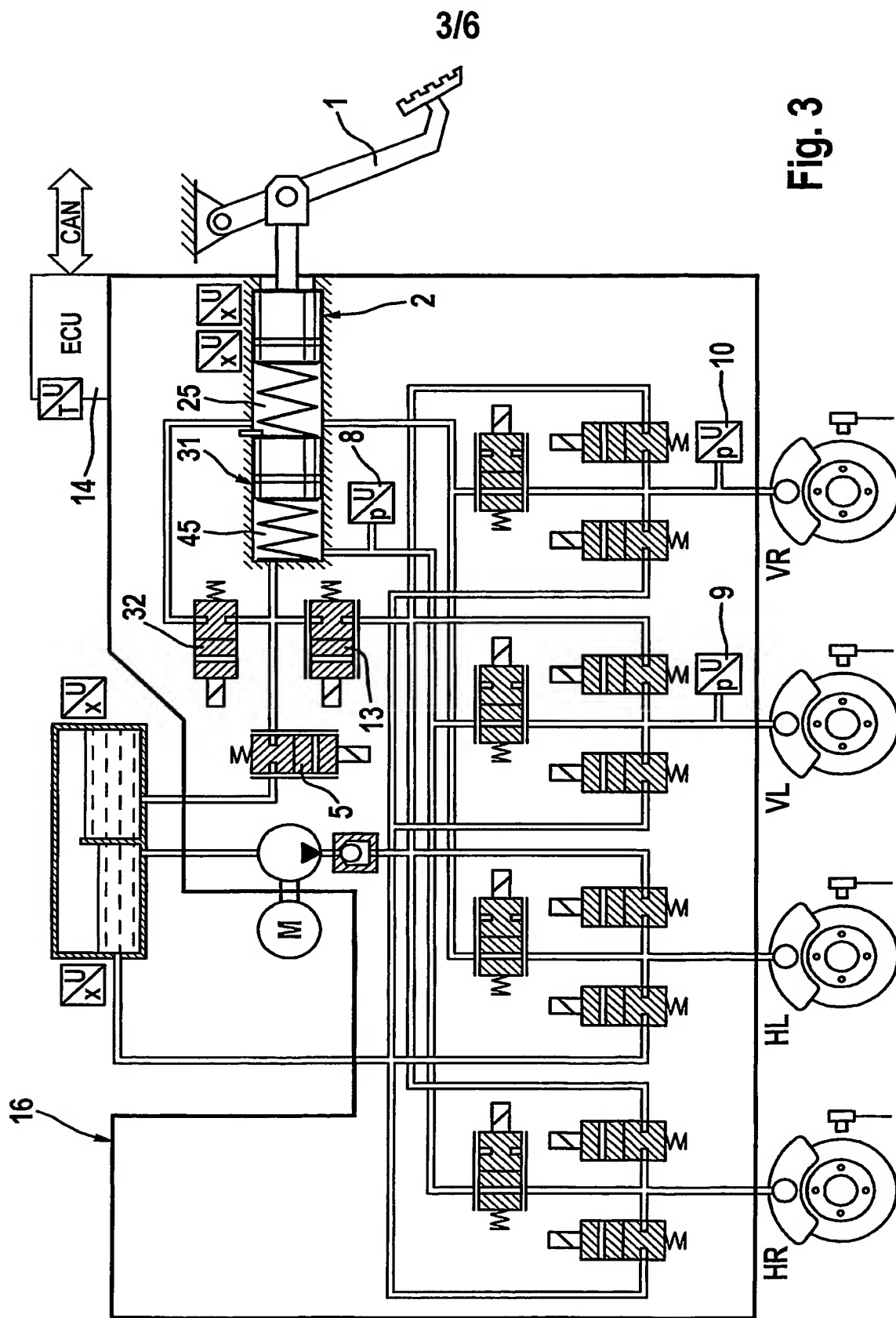


Fig. 3

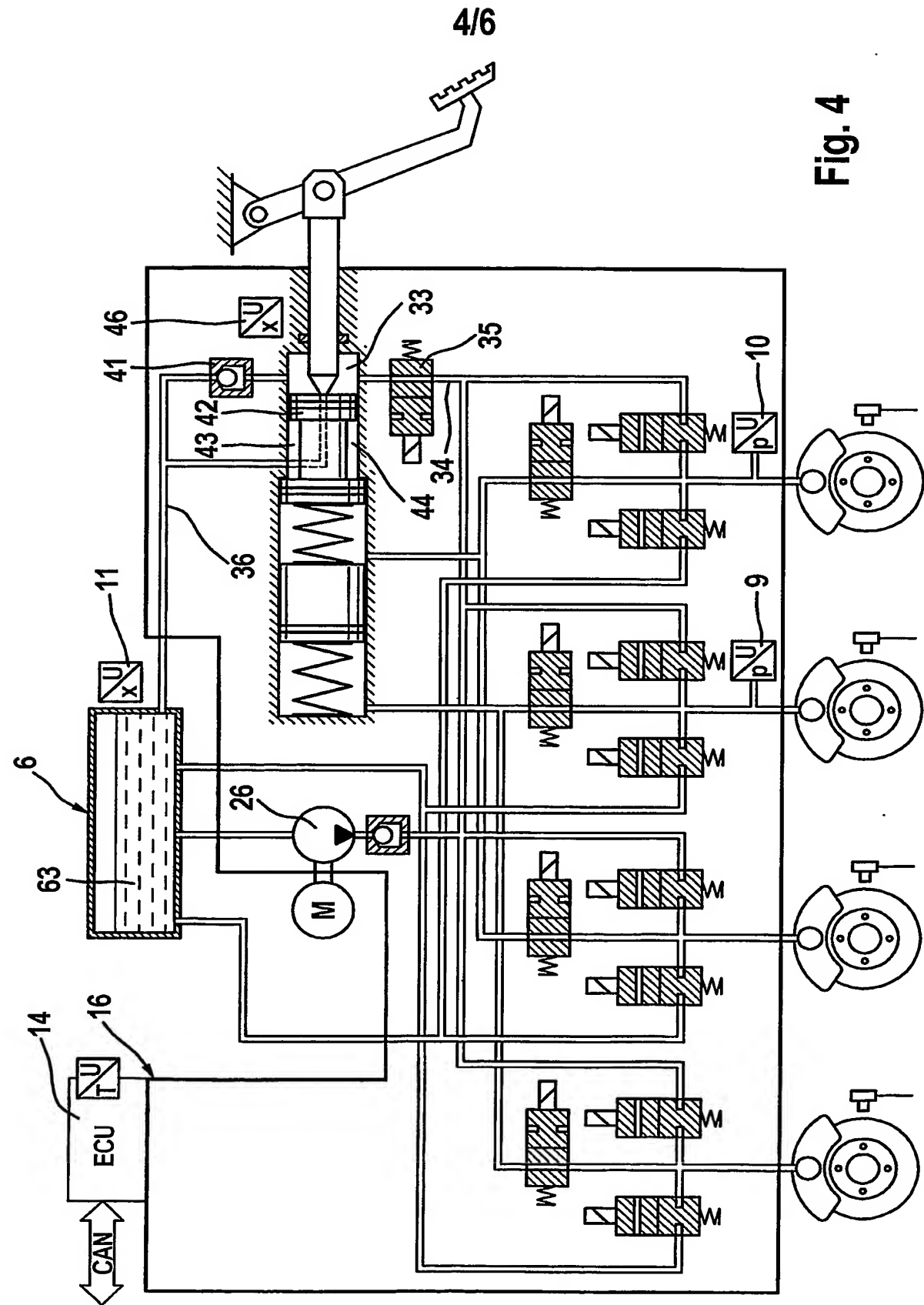


Fig. 4

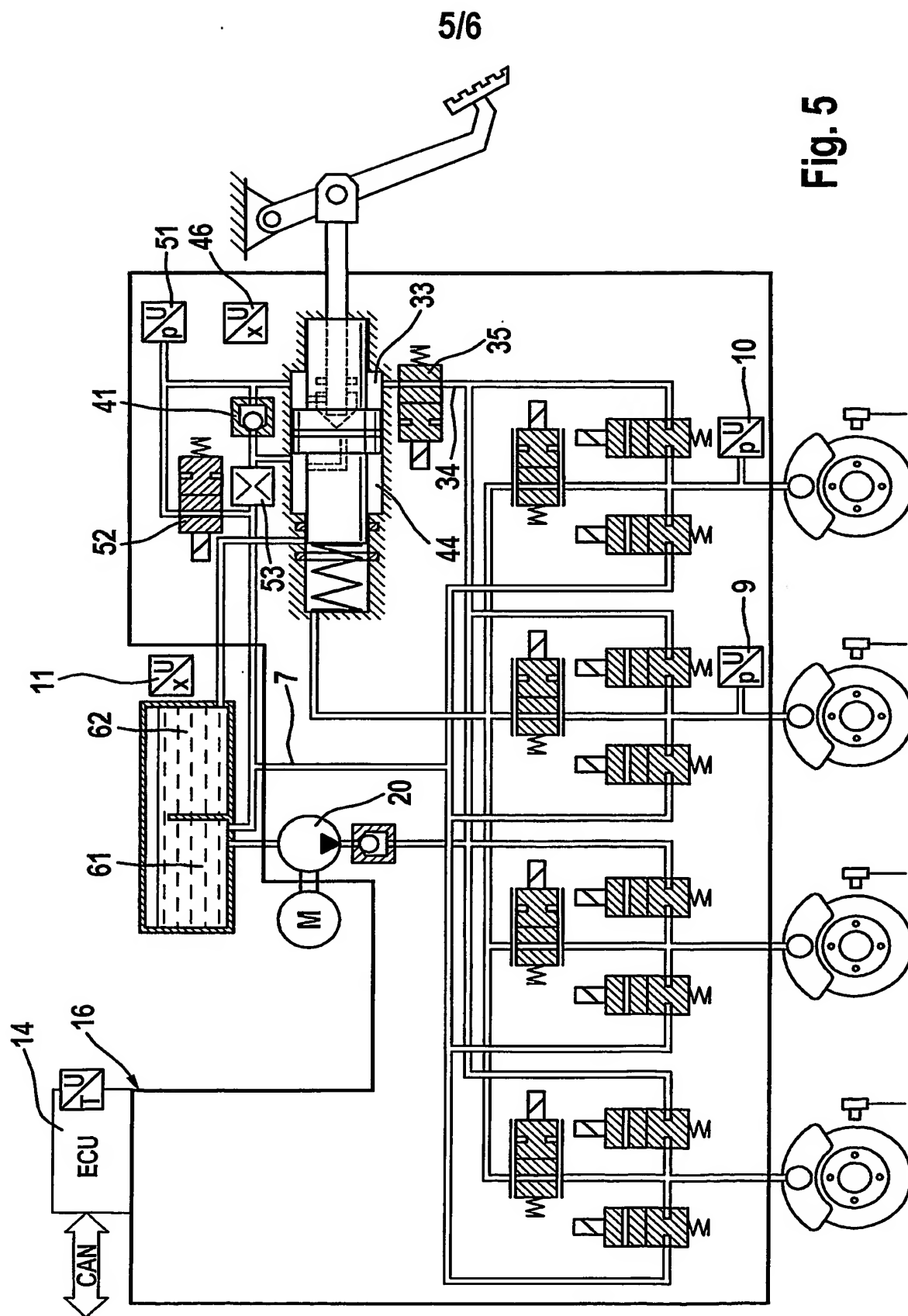


Fig. 5

